



# Wärmepumpe & Photovoltaik und – eine gute Kombination

1. Willicher Praxistage Geothermie, 25.09.2015, Willich

Leonhard Thien, EnergieAgentur.NRW, Leiter Netzwerk Geothermie NRW

# Inhalt

**EnergieAgentur.NRW**

**Einführung in das Thema**

**Wärmepumpentechnik**

**Photovoltaik, Technik, Speicher**

**Kombination WP & PV**



## Die Aufgaben der **EnergieAgentur.NRW** klimaschutz made in nrw

Die EnergieAgentur.NRW fungiert im **Auftrag der Landesregierung NRW** als **operative Plattform** für Unternehmen und Institutionen in NRW mit breiter Kompetenz im Energiebereich: von der **Energieforschung**, der technischen Entwicklung, Demonstration und **Markteinführung** über die **Energieberatung** bis hin zur beruflichen **Weiterbildung**.

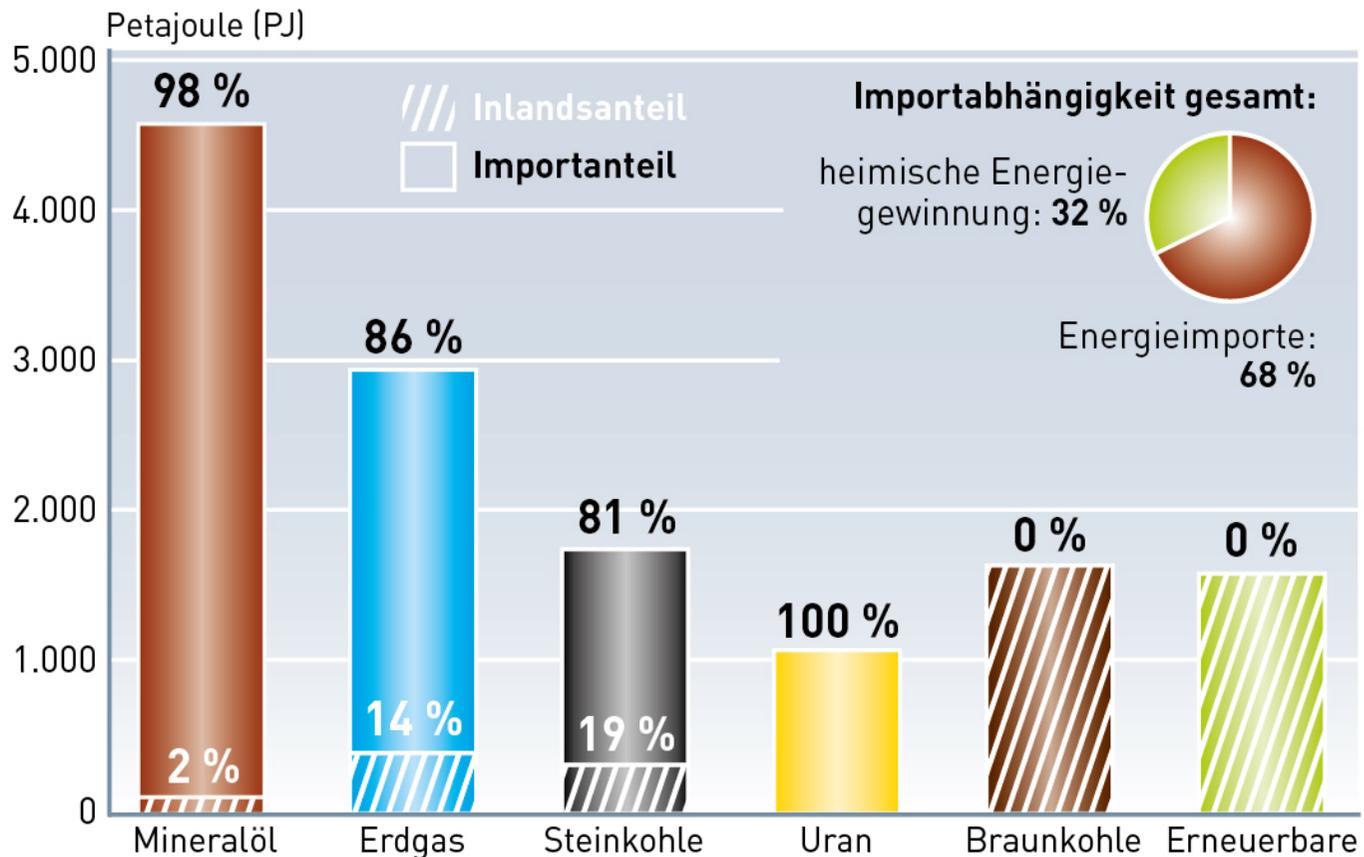
Die EnergieAgentur.NRW steht in NRW als **zentraler Ansprechpartner** in allen Fragen rund um das Thema Energie zur Verfügung.

Im Sinne der Clusterpolitik konzentrieren sich die Aktivitäten in **Netzwerken** für Unternehmen, Hochschulen und Forschungseinrichtungen darauf, **Innovationsprozesse** zu forcieren, **Kooperationen** anzubahnen sowie **Markteinführungen** von innovativen Produkten **national und international** zu beschleunigen.

# Importabhängigkeit der deutschen Energieversorgung

## Primärenergieverbrauch und Importabhängigkeit der deutschen Energieversorgung 2012

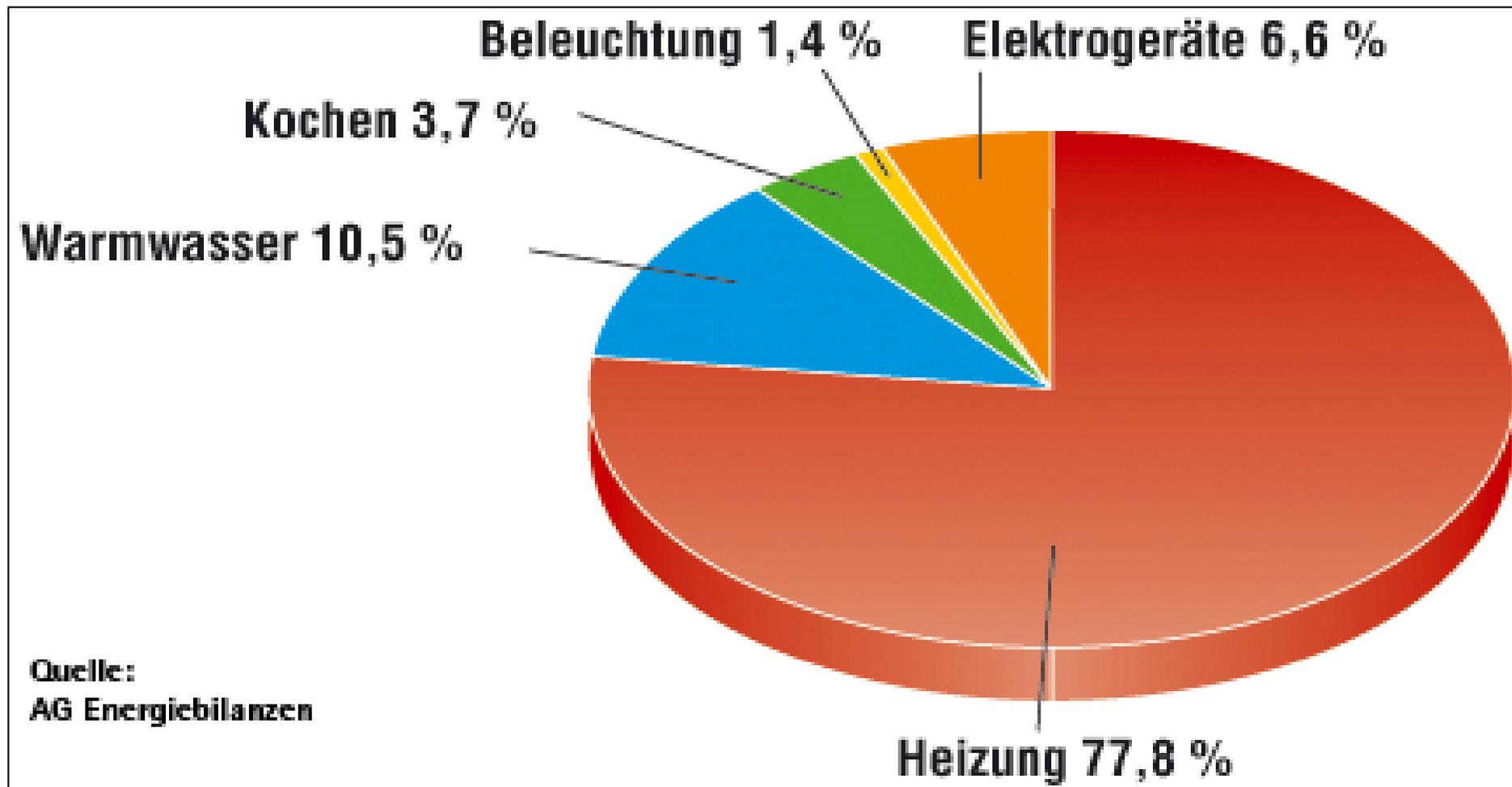
Vom gesamten Primärenergieverbrauch in Höhe von 13.757 Petajoule wurden 68 Prozent importiert.



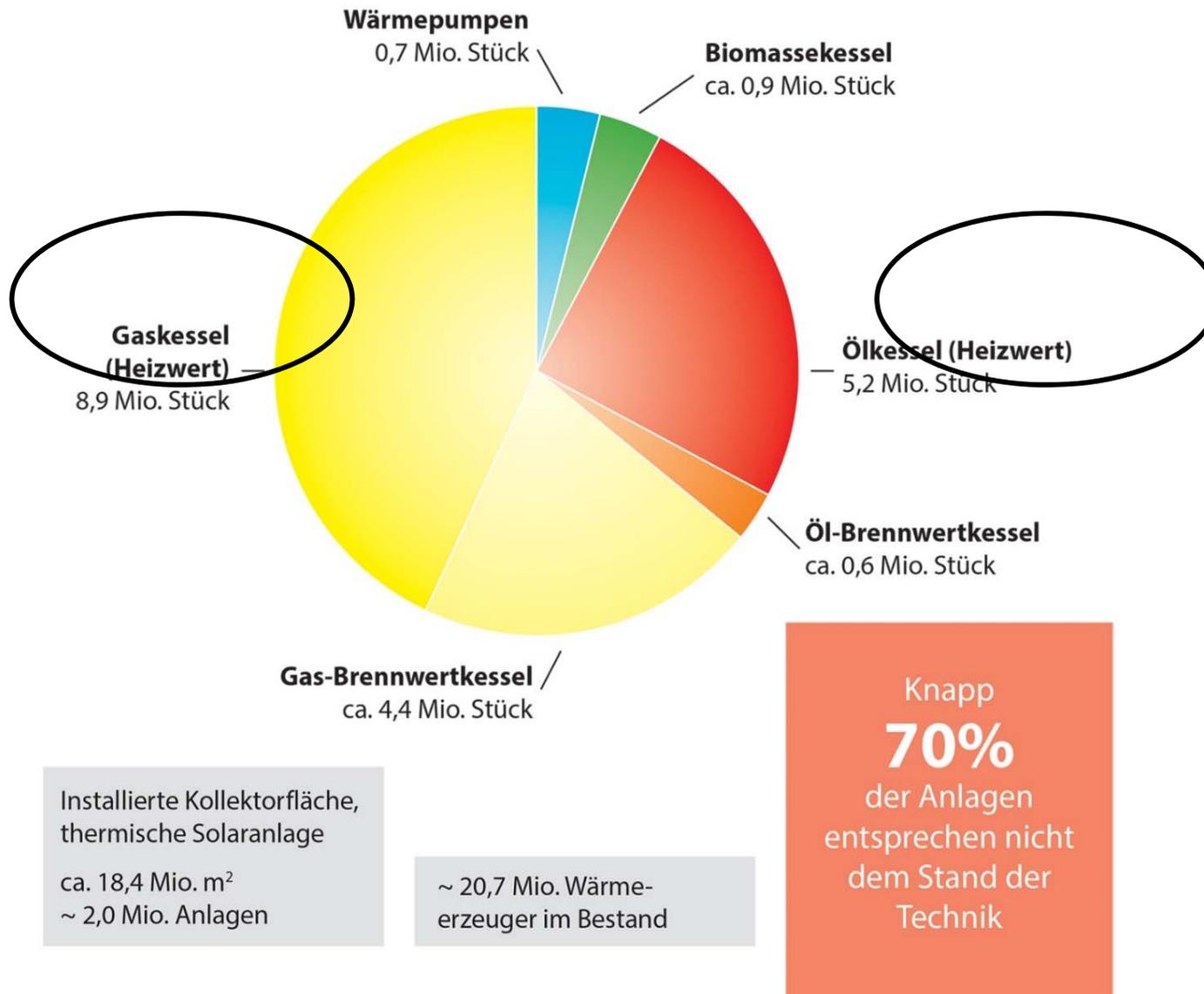
Quelle: Bundeswirtschaftsministerium  
Stand: 11/2013

www.unendlich-viel-energie.de  
Agentur für Erneuerbare Energien

# Energiebereitstellung im Haushalt



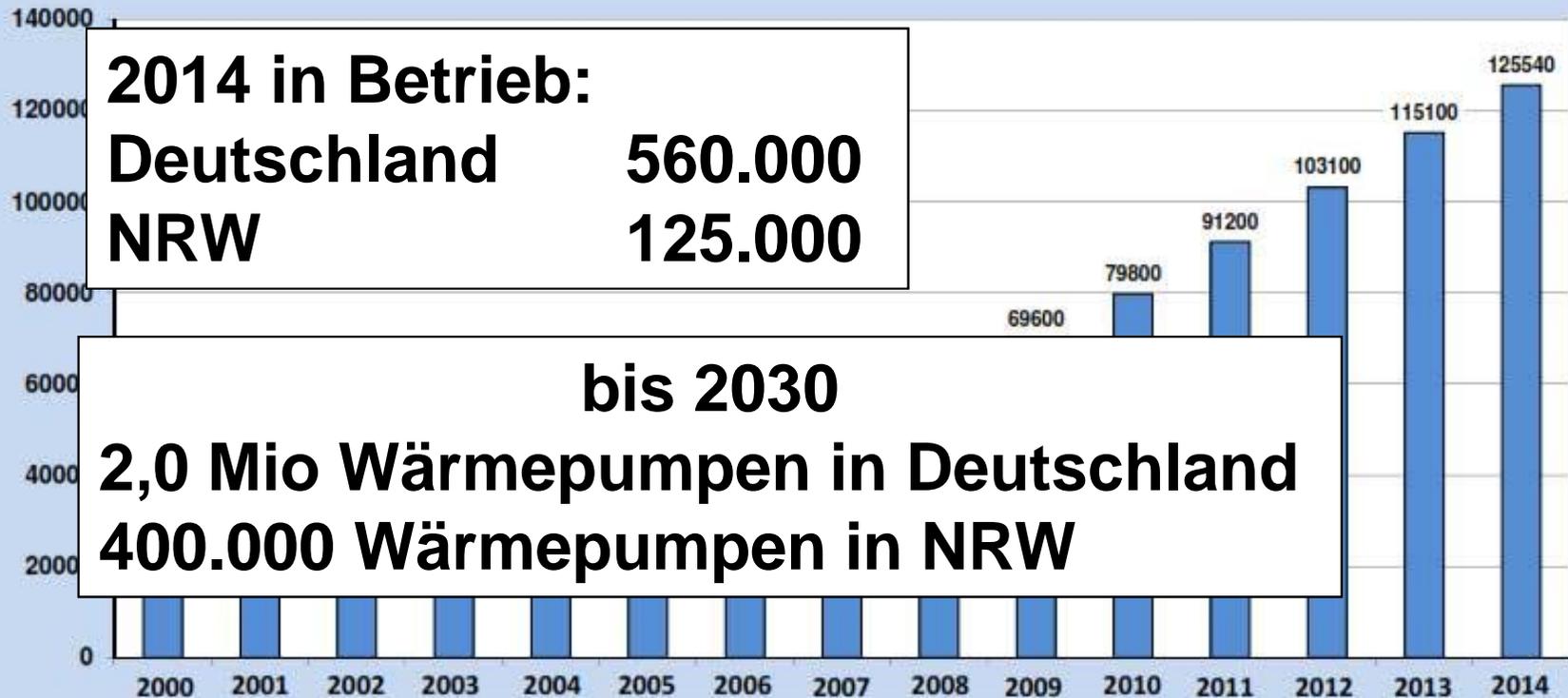
## ➔ Gesamtbestand zentrale Wärmeerzeuger 2014



# Nutzung der oberflächennahen Geothermie

- **Bereitstellung von Wärme**
  - **Schwerpunkt: Beheizung von Gebäuden i.d.R. unter Einsatz von Wärmepumpen**
  - **untergeordnet: Eisfreihaltung von Verkehrsflächen, Landwirtschaft und Fischzucht, Schwimmbadbeheizung**
  
- **Bereitstellung von Kälte**
  - **Klimatisierung von Gebäuden**
    - **Direkte Kühlung**
    - **Aktive Kühlung unter Einsatz von Wärmepumpen/Kältemaschinen**
  
- **Wärme- und Kältespeicherung**
  - **Saisonale Speicherung**
  - **Einspeicherung von solarer Wärme bzw. Abwärme aus Industrie- und Kraftwerksprozessen**

## Heizungswärmepumpen in NRW (Quelle: BWP e.V. und Berechnungen WPMNRW, Stand: 2015)



**2014 in Betrieb:**  
**Deutschland 560.000**  
**NRW 125.000**

**bis 2030**  
**2,0 Mio Wärmepumpen in Deutschland**  
**400.000 Wärmepumpen in NRW**

## Kältemittel:

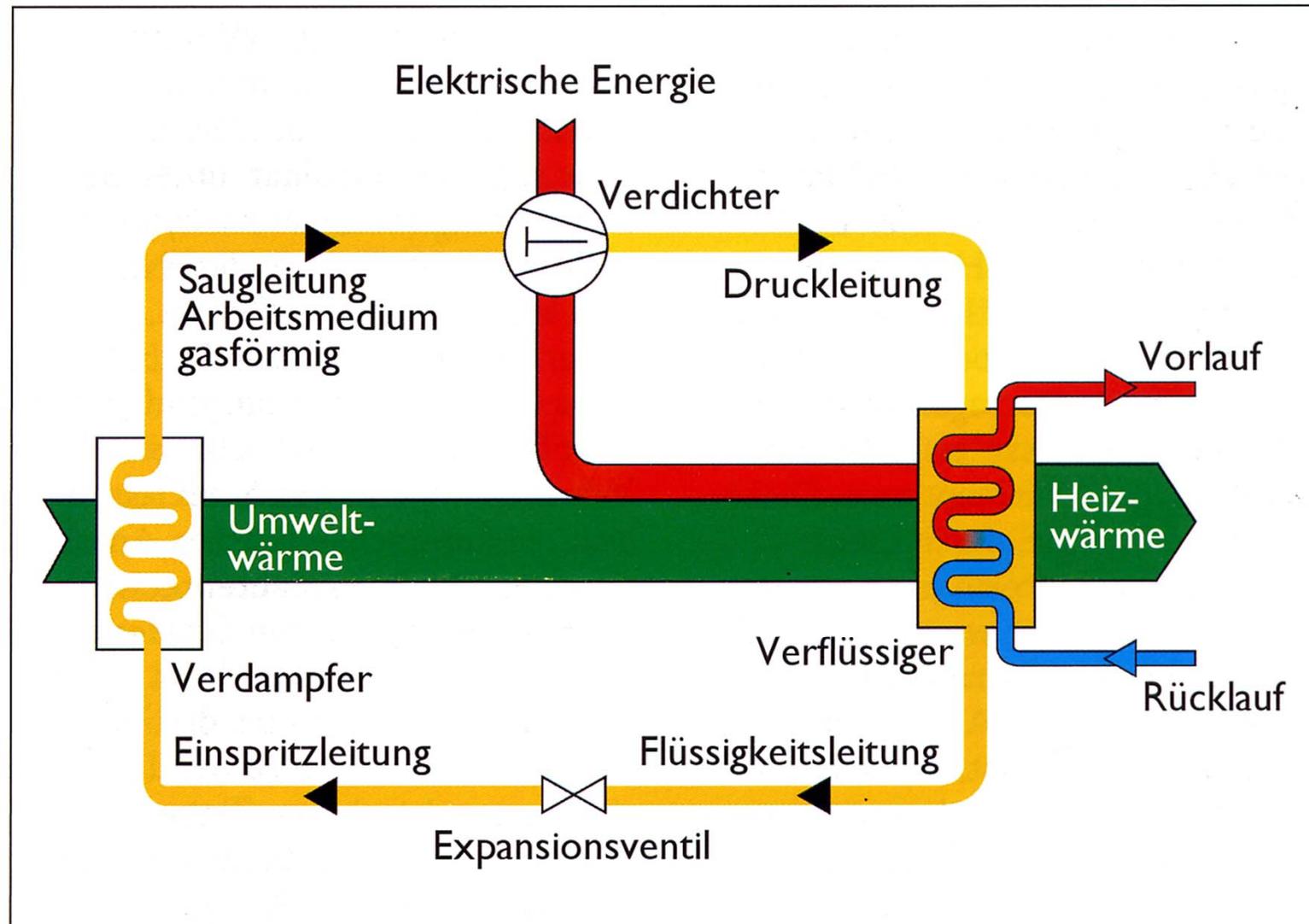
*"Fluid, das zur Wärmeübertragung in einer Kälteanlage eingesetzt wird, und das bei niedriger Temperatur und niedrigem Druck Wärme aufnimmt und bei höherer Temperatur und höherem Druck Wärme abgibt, wobei üblicherweise Zustandsänderungen des Fluids erfolgen."* (Quelle: DIN EN 378-1 Abs. 3.7.1)

## Siedetemperatur verschiedener Kältemittel:

Ammoniak = -33,0 °C bei 1,00 bar

Kohlenwasserstoffe = -26,3 °C bei 1,00 bar

# Prinzip einer Wärmepumpe



## Jahres-Arbeitszahl (JAZ):

Sie gibt das Verhältnis der über das Jahr abgegebenen Heizenergie zur aufgenommenen elektrischen Energie (einschl. Pumpen, Elektroheizstäbe, ...) in einem Gebäude an.

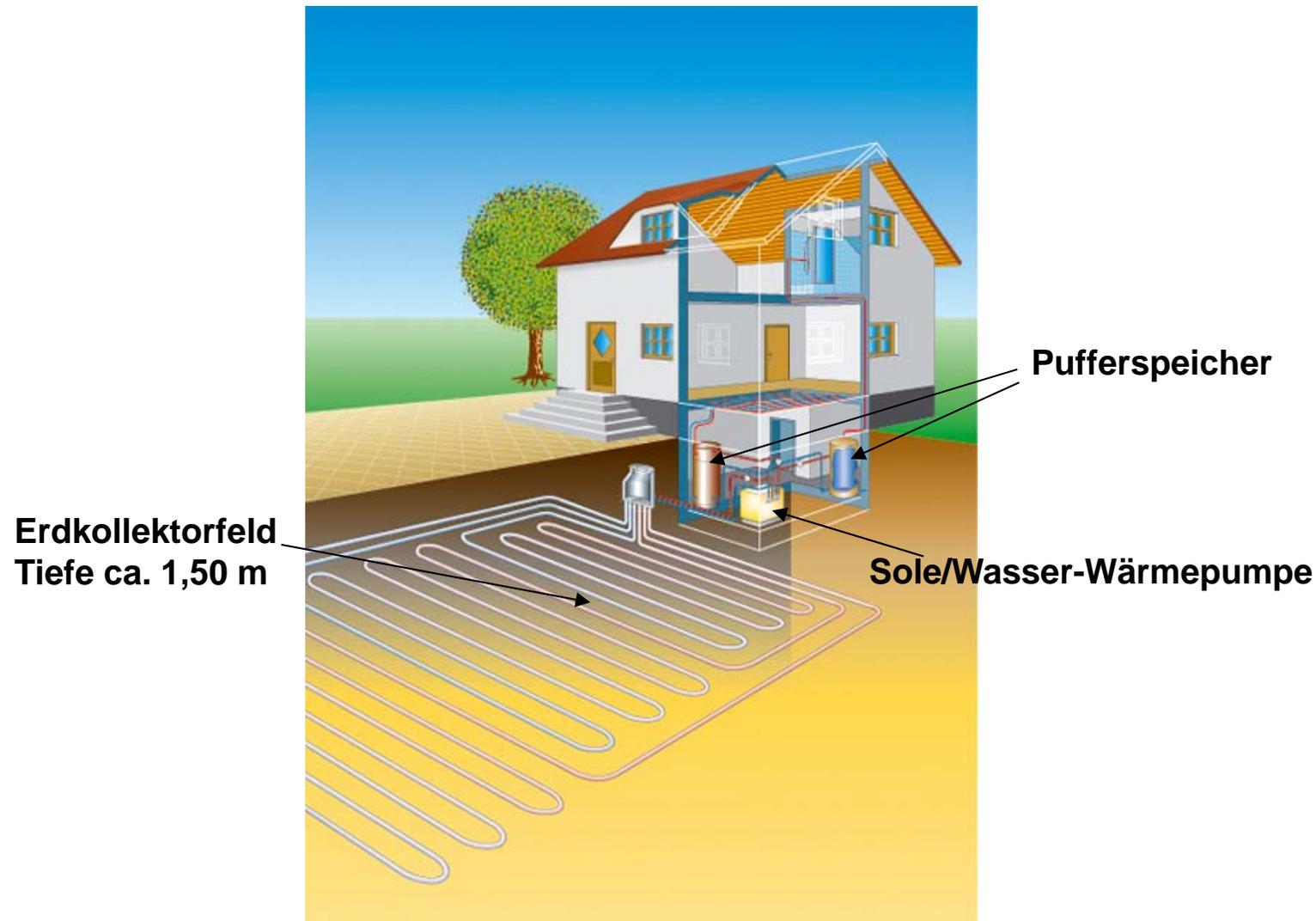
**JAZ = tatsächlicher Kraftstoffverbrauch beim Auto**

## COP (=Leistungszahl):

Das Verhältnis von nutzbarer Wärmeleistung zu zugeführter elektrischer Leistung wird als Leistungszahl bzw. in der Fachliteratur als COP ("Coefficient Of Performance") bezeichnet. Dieser Wert wird unter normierten Bedingungen auf dem Prüfstand ermittelt.

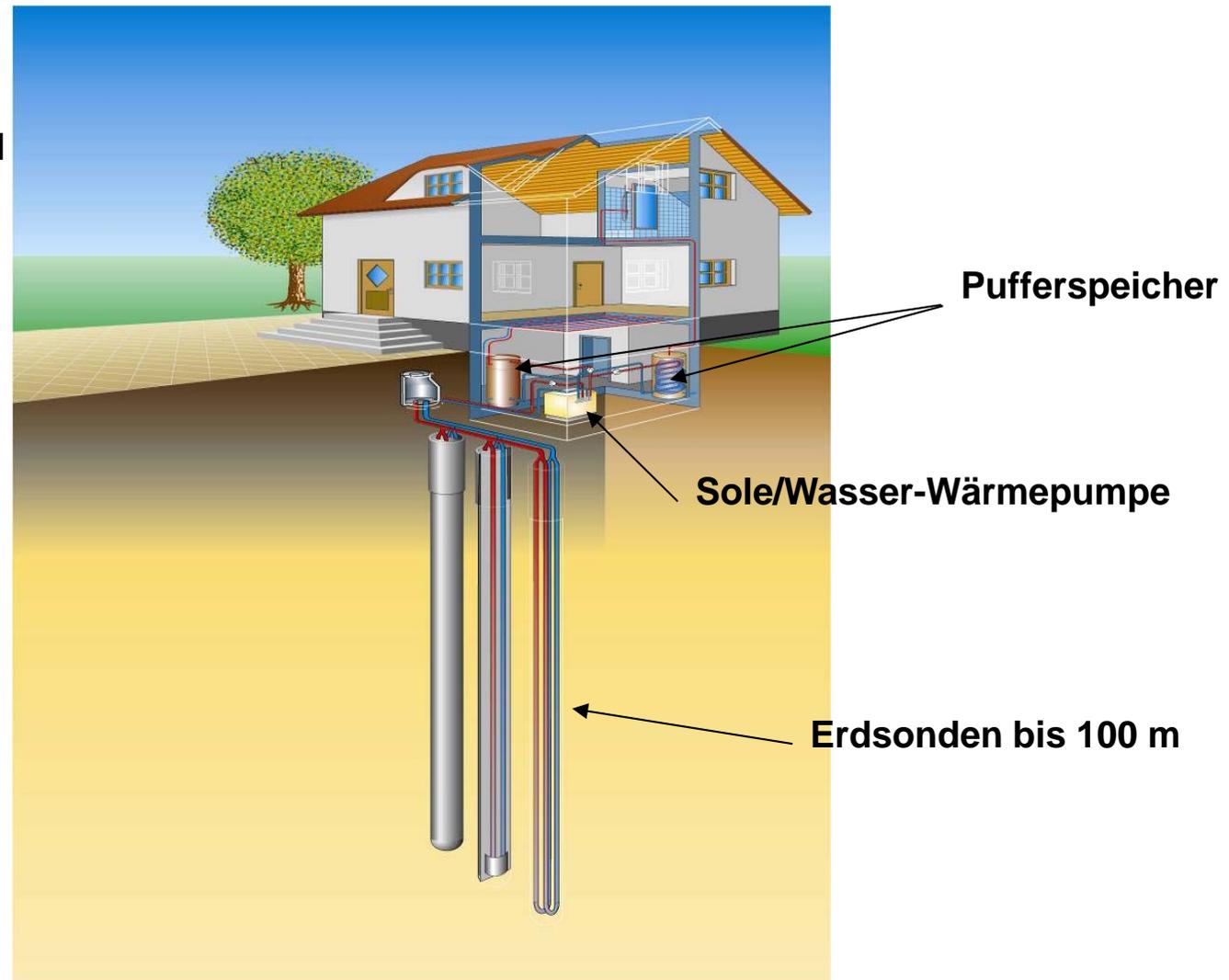
**COP = normierter Kraftstoffverbrauch beim Auto**

# Erdwärmekollektor - Wärmepumpe

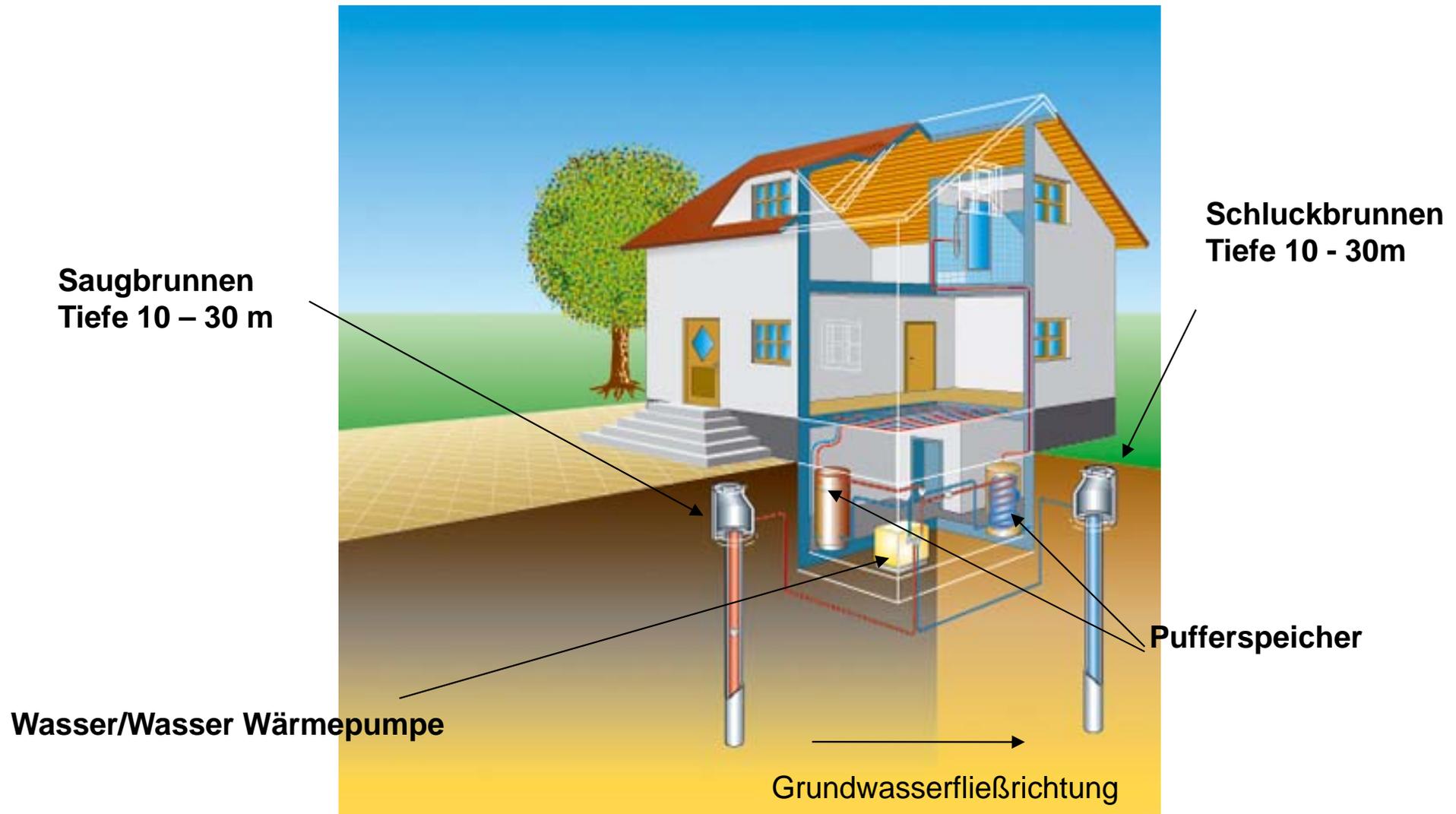


# Erdwärmesonde - Wärmepumpe

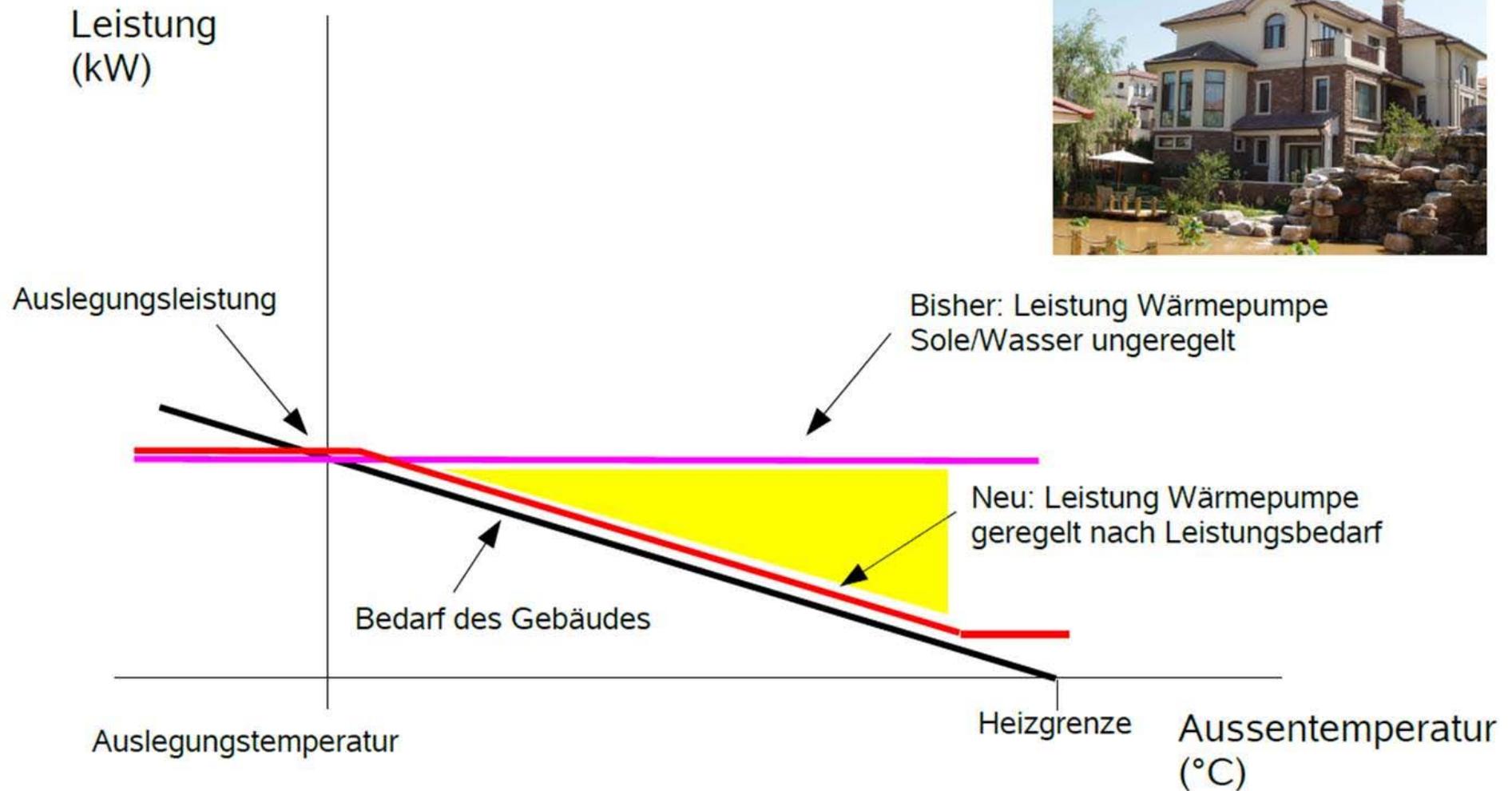
- Geschlossenes System
- Trägermedium i.d.R. Glykol zirkuliert
- Tiefen ~ 100Meter
- Mit Abstand am weitesten verbreitet



# Grundwasserbrunnen - Wärmepumpe



# Modulierende Wärmepumpe

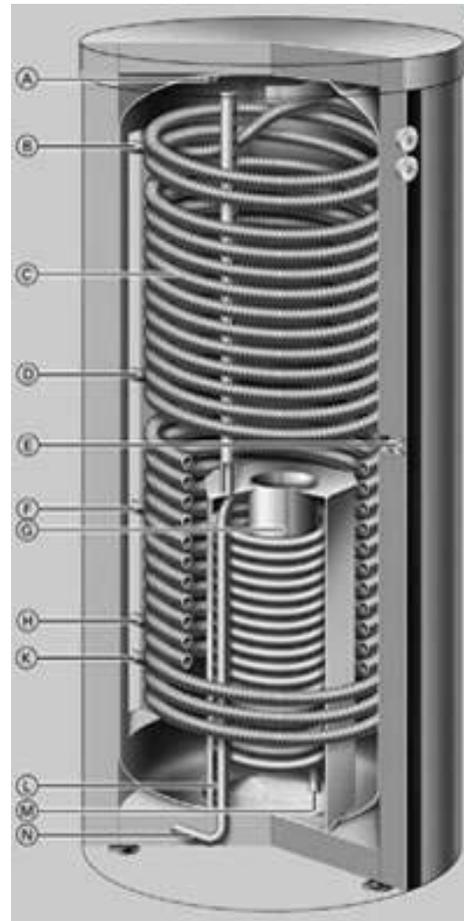


Quelle: Viessmann

# Multispeicher als Energiezentrale



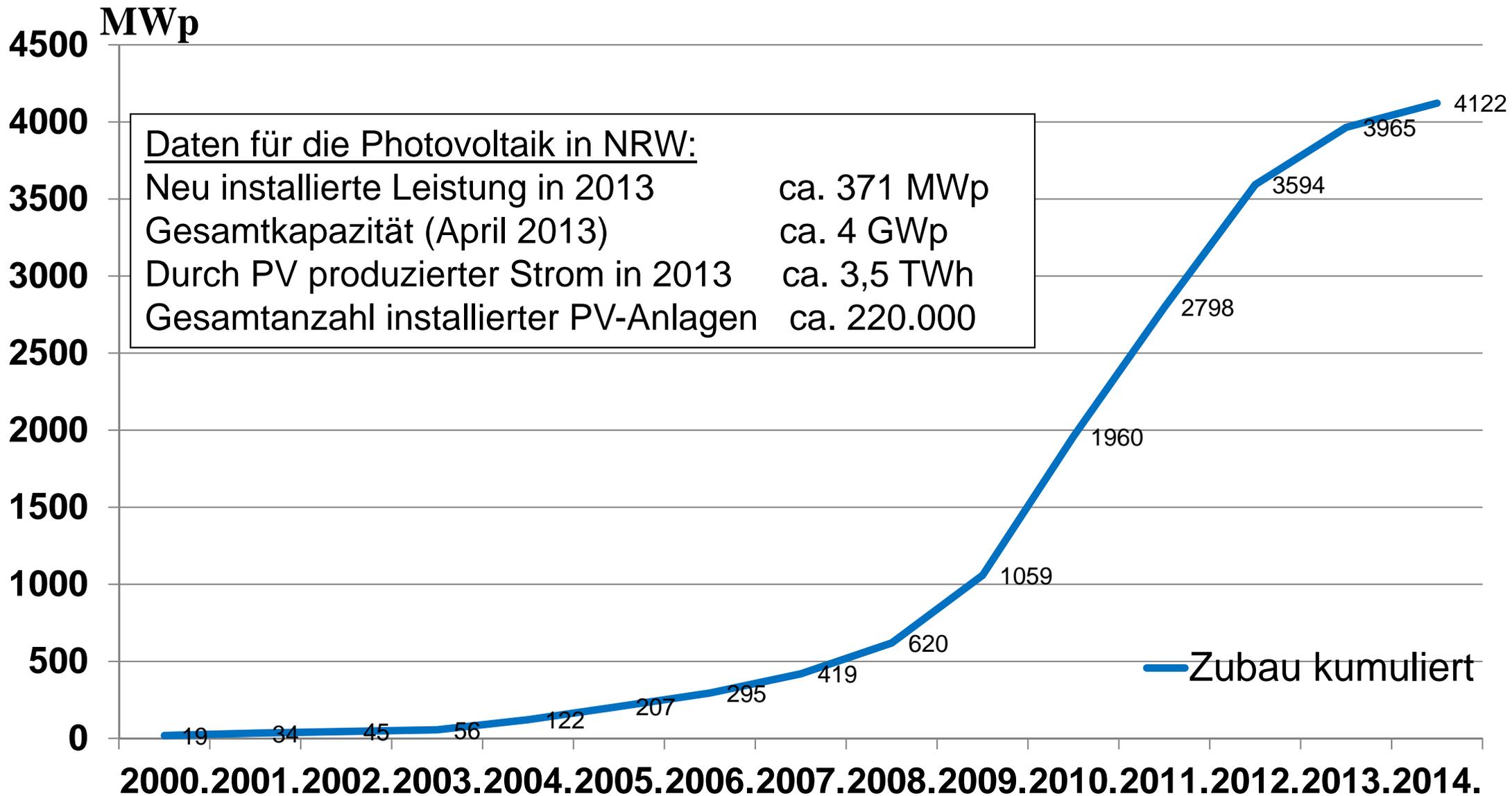
Quelle: Vaillant



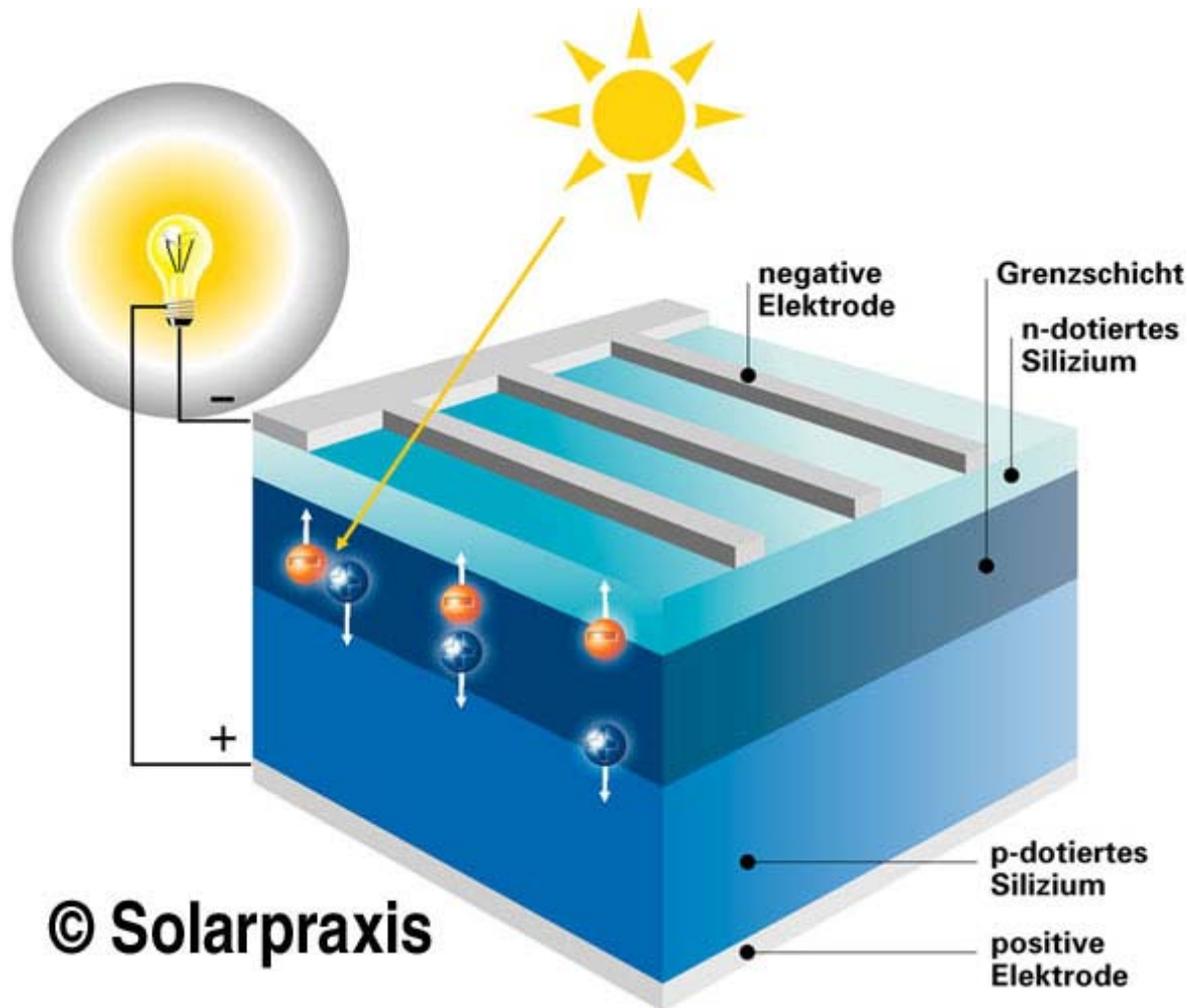
Quelle: Viessmann

- Mehrere Wärmetauscher ermöglichen den Anschluss einer Heizung, Kaminofen, Solaranlage
- An verschiedenen Stellen wird über Wärmetauscher Wärme mit verschiedenen Temperaturen im Durchfluss erwärmt und abgegeben
- Optimal für die Sanierung
- Step by Step Lösungen möglich
- Für jede Heizung ergeben sich Vorteile

# Installationen in NRW



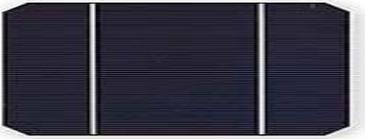
# Komponenten einer Solarstromanlage



## Funktionsprinzip Solarzelle

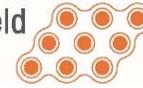
- hauchdünne Silizium-Scheibe (0,3 mm)
- 2 Schichten mit unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften:  
+-Pol und -Pol  
(Dotierung mit Fremdstoffen ermöglicht Leitfähigkeit)
- Leiterbahnen leiten den Strom ab zum Wechselrichter

# Modularten im Überblick

Modul	Wirkungsgrad	Herstellung	Preis	
Silizium Monokristallin	17-20%	Aufwendig	Sehr Hoch	
Silizium Polykristallin	14-16%	Mittel	Hoch	
Dünnschicht- module	7%-14%	Mittel	Mittel	

## Umweltfreundliche Produktion der Module

Energetische Rücklaufzeit zwischen 0,75 und 3,5 Jahren!



# Komponenten einer Solarstromanlage



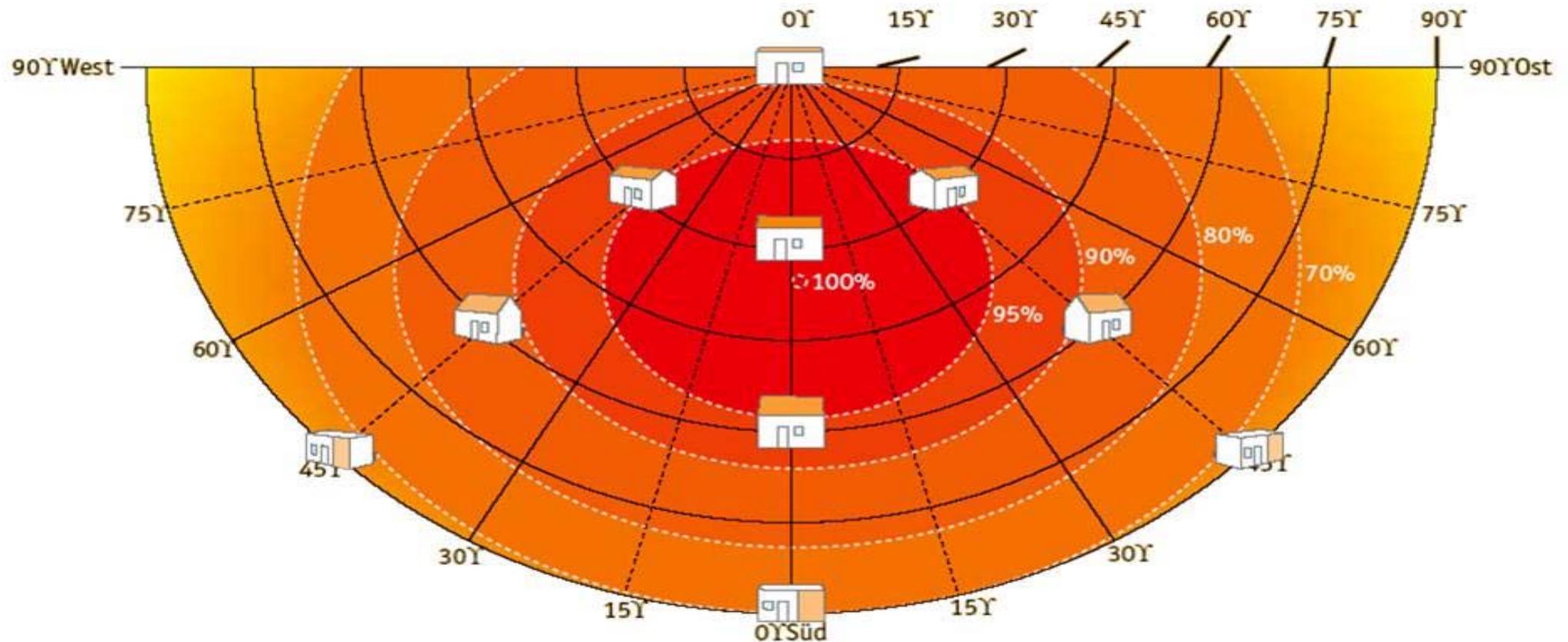
Image: Kyocera

## Solarmodul

- besteht aus Vielzahl von Solarzellen
- Unterschiedliche Leistungen  
(Tendenz zu größeren Modulen)
- hagel-, sturm-, regen- und frostbeständige  
Verarbeitung
- Lebensdauer ca. 30 Jahre
- Leistungsgarantien Hersteller bis zu 25  
Jahre
- Komponenten recyclebar
- besteht aus Vielzahl von Solarzellen

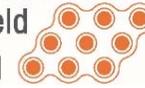
Aus Vortrag: Woche der Sonne c/o Bundesverband Solarwirtschaft

# Dachneigung und Ausrichtung



Optimaler Ertrag bei Südausrichtung und Dachneigung 30-45°

Aus Vortrag: Woche der Sonne c/o Bundesverband Solarwirtschaft



# Komponenten einer Solarstromanlage



Quelle: Kostal Solar



Quelle: SMA Solar Technology AG

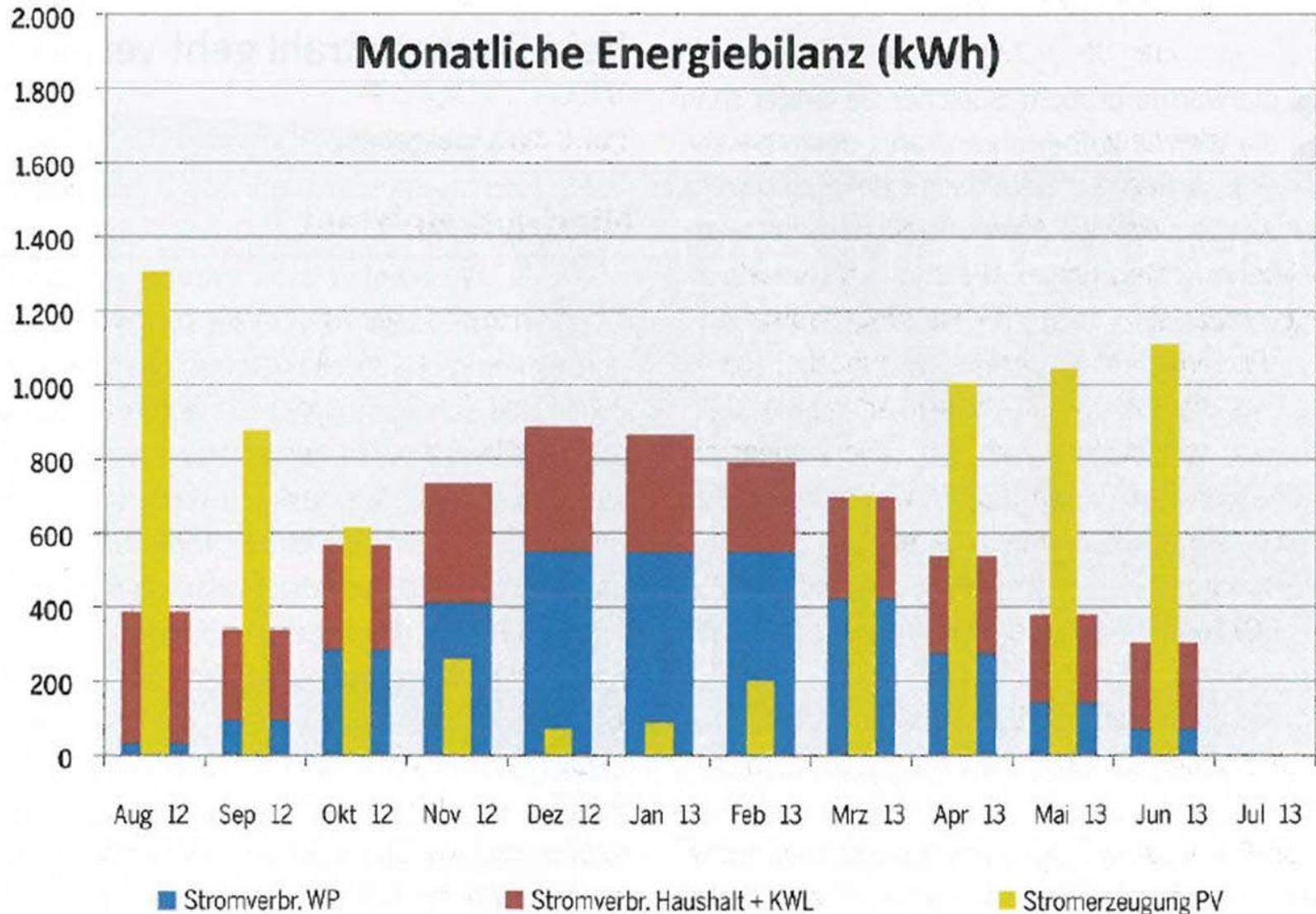
## Wechselrichter

- Elektronisches Bauteil, wandelt solaren Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom
- Hohe Wirkungsgrade möglich (z.T. > 95 %)
- Lebensdauer ca. 10-15 Jahre
- Leistungsgarantien Hersteller bis zu 10 Jahre
- Elektronisches Bauteil, wandelt solaren Gleichstrom in netzkonformen Wechselstrom

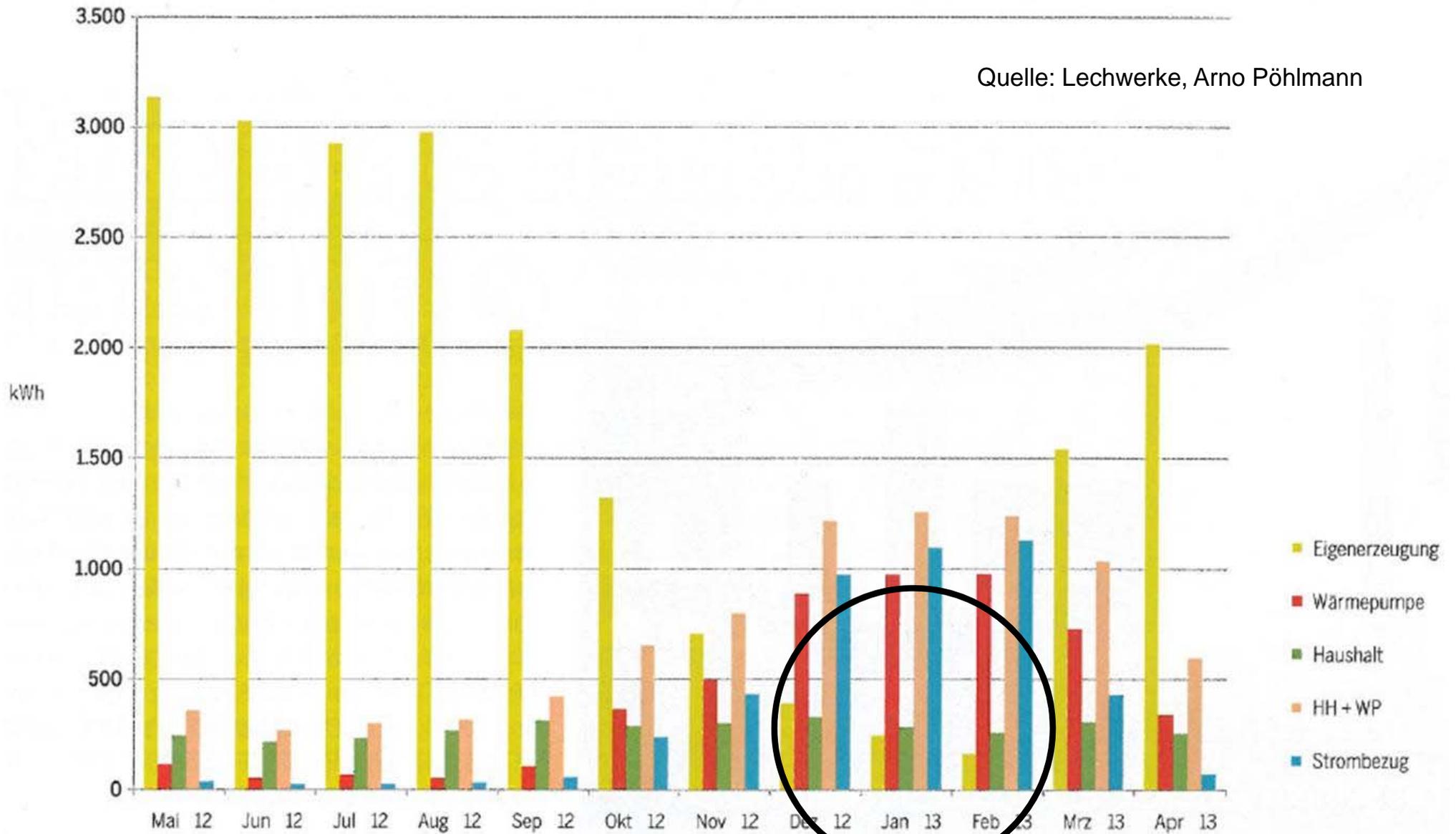
Aus Vortrag: Woche der Sonne c/o Bundesverband Solarwirtschaft

# PV-Produktion und Verbrauch

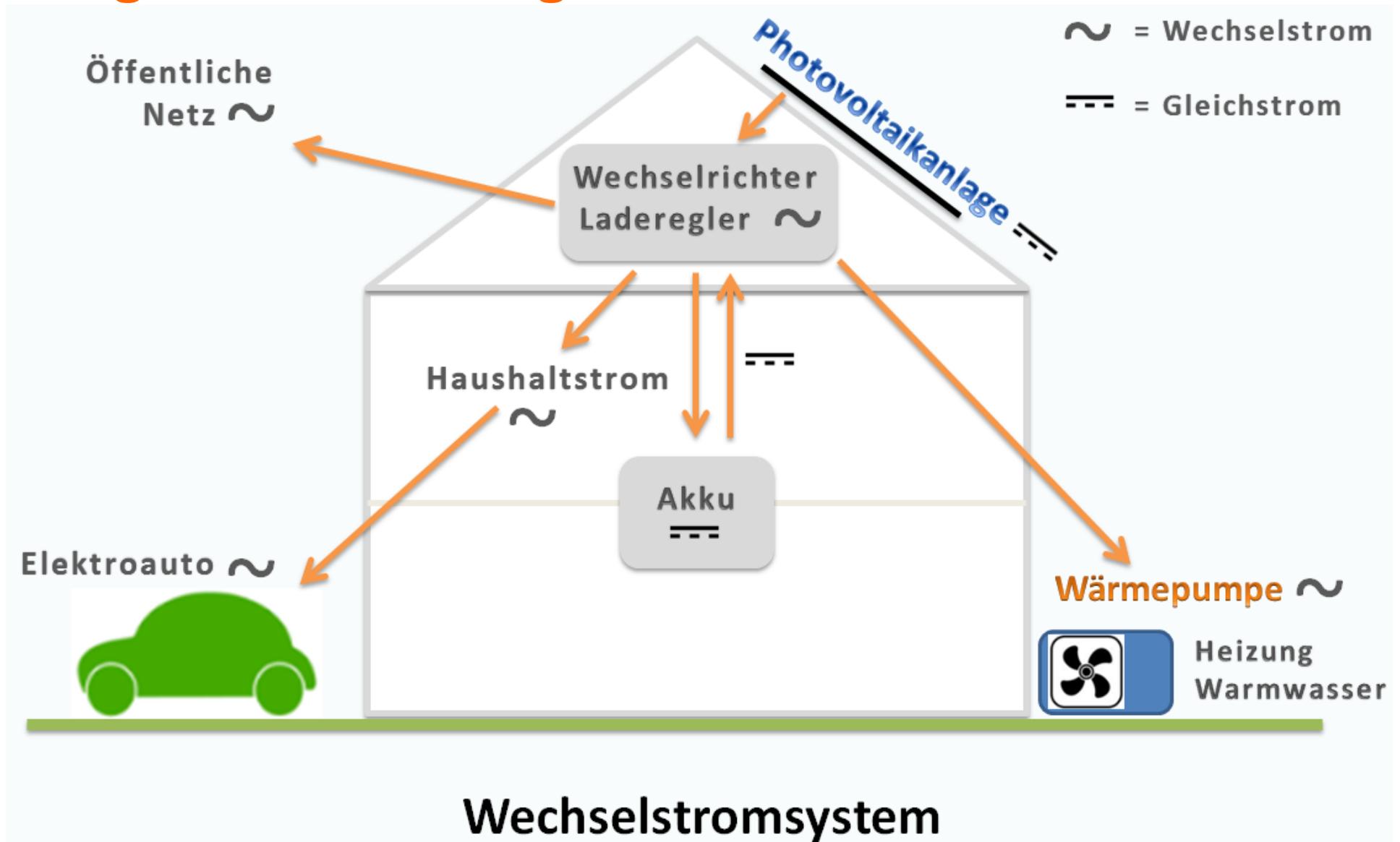
Quelle: Lechwerke, Arno Pöhlmann

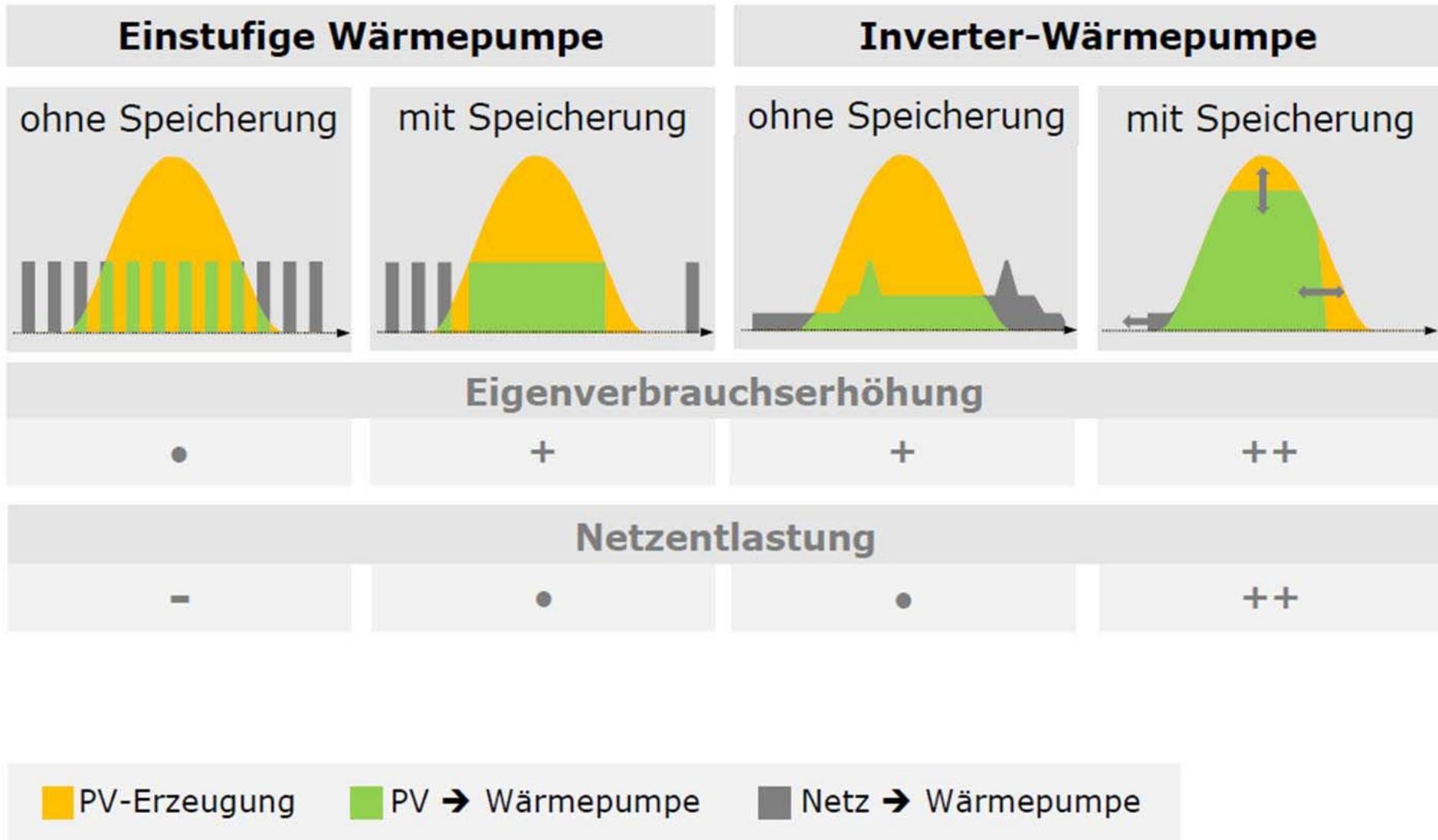


# PV-Produktion und Verbrauch bei einem Plusenergiehaus



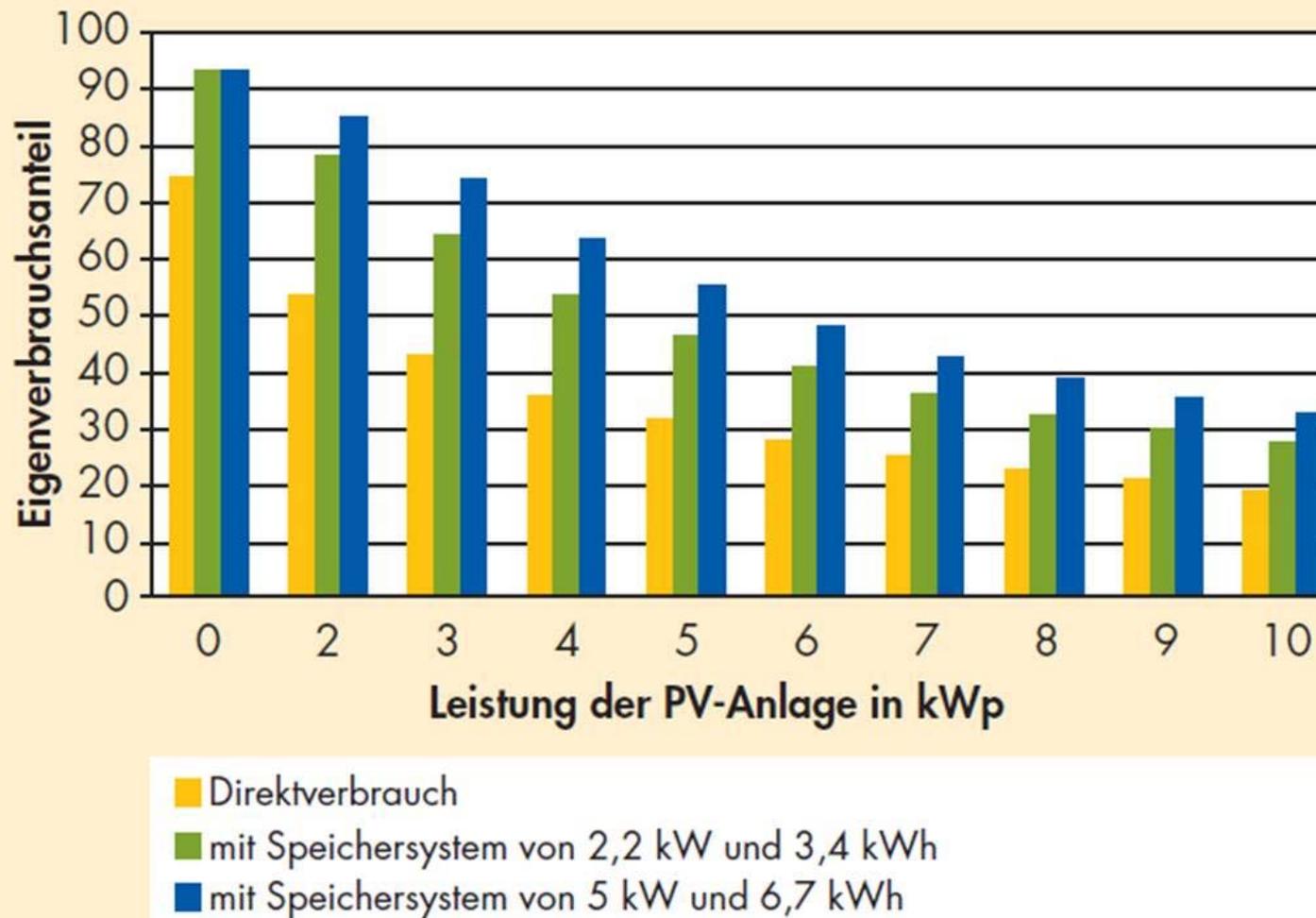
# Intelligente Steuerung verbindet WP und PV





Quelle: HTW Berlin Prof. Dr. Volker Quaschnig

**Abb. 2: Speichersysteme erhöhen den Eigenverbrauch von PV-Strom**



# Stromspeicher

- Lademöglichkeit von zu viel produziertem Strom
- Erhöhung des selbst genutzten Strom von 30% auf ca. 70% der PVA
- Entlastung der Netze
- Derzeit noch erhöhte Kosten mit stark fallender Tendenz - 20% pro Jahr



Quelle: Solarwatt



Quelle: Tesla



Quelle: Hoppecke Batterien

# Stromspeicher im Vergleich

(Quelle: Wirtschaftswoche)

	Tesla Powerwall (7kWh)	Varta Engion Home 5,8 kW (2,8 kW System plus 6 Module)	RWE HomePower Storage Eco 9.0	IBC Solar SolStore 6.5 Li	Sonnenbatterie eco 8.0	Akasol neoQube 8.0
<b>Verkaufspreis</b>	4.216€ *	7.703€	12.259€	7.500€	11.300€	7.150€
<b>kWh (nutzbar)**</b>	5,6	5,2	7	4,7	8	4,4
<b>Preis pro kWh</b>	753€	1.480€	1.750€	1.595€	1.412€	1.625€
<b>Gewicht</b>	100 kg***	126 kg	200 kg	95 kg	230 kg	62 kg
<b>Gewicht pro kWh</b>	18 kg	27,5 kg	28,5 kg	20,2 kg	28,75 kg	14 kg
<b>Ladezyklen</b>	5.000	14.000	8.000	5.000	10.000	5.000
<b>Garantie</b>	10 Jahre Vollgarantie	7 Jahre Vollgarantie auf das System, 10 Jahre auf die Zellen	10 Jahre	7 Jahre	10 Jahre Garantie auf Batteriezellen	10 Jahre oder 5.000 Zyklen
<b>Besonderheit</b>		Lithium-Eisenphosphat-Akku (bis zu 20 Jahre Lebensdauer)	Integration in Smarthome-System	15 Jahre geschätzte Lebensdauer	100 Prozent Entladetiefe, lange Lebensdauer	Kompakt, lädt innerhalb einer Stunde auf, 20 Jahre Lebensdauer

\* Großhandelspreis inklusive Wechselrichter von SMA für 1.543 Euro (Wechselrichter dient nur zur Veranschaulichung)

\*\* unter Berücksichtigung der Entladetiefe (bei Tesla mit Standardwert von 80%)

\*\*\* Gewicht ohne Inverter



14 kW Sole/Wasser-WP  
3 x 100 m Erdwärmesonden  
1000 l Multispeicher  
12 kWp Photovoltaik  
10 m<sup>2</sup> Solarthermie  
30% Deckung WP

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Leonhard Thien**

**EnergieAgentur.NRW**

**Lennershofstraße 140**

**44801 Bochum**

**Telefon: 0234 / 32 10715**

**E-Mail: [thien@energieagentur.nrw.de](mailto:thien@energieagentur.nrw.de)**

**Internet: [www.energieagentur.nrw.de/geothermie](http://www.energieagentur.nrw.de/geothermie)**